

## Optical adjustment device

Patent Number: ☐ US4515447  
Publication date: 1985-05-07  
Inventor(s): MUELLER GERHARD (DE); WEIMER EUGEN (DE)  
Applicant(s):: ZEISS STIFTUNG (DE)  
Requested Patent: ☐ EP0092090, B1  
Application Number: US19830485213 19830415  
Priority Number(s): DE19823214268 19820417  
IPC Classification:  
EC Classification: G02B7/00C1, G02B21/06, G02B26/08R, G02B26/08R2W  
Equivalents: ☐ DE3214268, ☐ JP59010922

### Abstract

Two embodiments of an adjusting device for correcting misalignment in optical ray paths are disclosed. The first embodiment (FIGS. 1 and 3) has two transparent plane plates (21, 22) which are tilted relative to the optical axis and are supported with their mounts (35, 36) for rotation with constant angle of inclination around the optical axis in a tube (37) which is developed as an intermediate structure mountable in a desired location in an optical system. The second embodiment (FIGS. 2 and 5) has two wedge prisms which are displaceable with respect to each other along the optical axis and which can be turned jointly around the optical axis. Both embodiments are useful upon the coupling of a laser beam into a microscope in order to compensate for beam misalignment of the laser, the axis of which is subject to slow drift during operation.

Data supplied from the esp@cenet database - 12





Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen d s brevets

Veröffentlichungsnummer:

**0 092 090**  
**A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 83103259.4

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: **G 02 B 7/00**, **G 02 B 7/18**,  
**G 02 B 21/06**

22 Anmeldetag: 02.04.83

30 Priorität: 17.04.82 DE 3214268

71 Anmelder: Firma Carl Zeiss, D-7920 Heidenheim (Brenz) (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 26.10.83  
Patentblatt 83/43

72 Erfinder: Welmer, Eugen, Dipl.-Phys.,  
Schradenbergstrasse 2, D-7081 Essingen (DE)  
Erfinder: Müller, Gerhard, Prof. Dr.,  
Philipp-Funk-Strasse 112, D-7080 Aalen (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten: AT CH DE FR GB LI

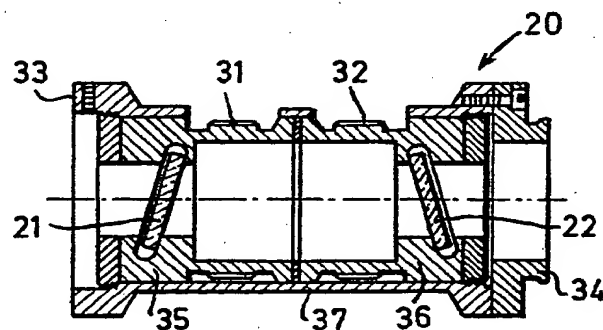
### 54 Optisches Justierelement.

57 Es werden zwei Ausführungsformen eines Justierelementes für den Versatz in optischen Strahlengängen vorgeschlagen.

Die erste Ausführungsform (Fig. 3) besteht aus zwei gegen die optische Achse geneigten, transparenten Planplatten (21, 22), die mit ihren Fassungen (35, 36) unter konstantem Neigungswinkel um die optische Achse drehbar in einem als Zwischenstück ausgebildeten Tubus (37) gelagert sind.

Die zweite Ausführungsform besteht aus zwei gegeneinander längs der optischen Achse verschiebbaren und gemeinsam um die optische Achse drehbaren Keilprismen.

Die Justierelemente finden Verwendung beim Einkoppeln eines Laserstrahls in ein Mikroskop zur Kompensation von Strahlversatz des Lasers, dessen Achse während seiner Betriebsdauer einer langsamen Drift unterliegt.



EP 0 092 090 A1

### Optisches Justierelement

Die Erfindung betrifft zwei optische Justierelemente sowie deren Verwendung zur zentrierengenauen Einkopplung eines monochromatischen, parallelen Strahlenbündels in ein Lichtmikroskop.

Es ist bekannt zur intensiven punktförmigen Beleuchtung mikroskopischer Präparate für photometrische oder spektroskopische Untersuchungen, beispielsweise zur selektiven Anregung einzelner Probenbereiche für die Fluoreszenz- oder Ramananalyse, einen Laserstrahl in das Beleuchtungssystem eines Lichtmikroskops einzukoppeln, der vom Objektiv des Mikroskops beugungsbegrenzt auf einen Durchmesser von ca.  $1\text{ }\mu\text{m}$  in der Objektebene fokussiert wird.

Bei derartigen Anwendungen ist darauf zu achten, daß die optischen Achsen des Mikroskops und der zusätzlichen Laserbeleuchtungseinrichtung exakt übereinstimmen; ein Versatz der Achsen führt zu einer ungleichmäßigen Ausleuchtung der Objektivpupille was sich in einer unerwünschten Auffächerung des Laserfokus in der Objektebene bemerkbar macht.

Während der Betriebsdauer des Lasers treten jedoch im Zuge einer langsamen Drift Versetzungen und Verkippungen des Laserstrahls um kleine Beträge auf. Dabei wird der Versatz von der in der Regel verwendeten, dem Laser nachgeschalteten Aufweitungsoptik noch um den Aufweitungsfaktor vergrößert. Somit ergibt sich die Notwendigkeit Justiermittel vorzusehen, mit denen der Versatz und die Kippung des Laserstrahls in Bezug auf die optische Achse des Mikroskops kompensiert werden können.

Als Justiermittel für Achskippungen können in bekannter Weise eventuell ohnehin im Strahlengang befindliche Umlenkspiegel verwendet werden.

Dabei ist zu beachten, daß mit solchen Justierspiegeln in der Regel ein zusätzlicher Versatz eingeführt wird, da die Spiegelebene, die Kippachse des Spiegels und die optische Achse des Lasers sich nicht immer exakt in einem Punkte schneiden.

35

Aus der DE-PS 720 904 ist es weiterhin bekannt, zum Justieren von Achs-

kippungen zw i unabhängig voneinander um die optische Achse drehbare, transparente Keile zu verwenden.

Als Justiermittel für Parallelversatz sind z.B. aus der DE-PS 10 94 485 5 sogenannte Planplattenmikrometer aus zwei in ihrer Neigung gegen die optische Achse veränderbaren Glasplatten mit planparallelen Flächen bekannt. Eine derartige Justiereinrichtung hat jedoch einmal den Nachteil, daß die Transmission der Platten, auch bei weitgehender Entspiegelung, winkelabhängig ist und daß außerdem die Einstellmechanik, die 10 gegebenenfalls ein Untersetzungsgetriebe zu feinfühligem Einstellen enthalten muß, relativ aufwendig ausfällt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein optisches Justierelement für Achsversatz zu schaffen, das einen verhältnismäßig einfachen 15 Aufbau besitzt und bequem zu handhaben ist.

Diese Aufgabe wird durch eine Ausbildung gemäß den Kennzeichen der Ansprüche 1 bzw. 2 gelöst.

20 Die Lösung nach Anspruch 1 sieht zwei unter festem Winkel gegen die optische Achse geneigte Planplatten vor, die vorzugsweise beidseitig mit einer Entspiegelungsschicht versehen sind, um unerwünschte Reflexionen zu verhindern. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß keine senkrecht zur optischen Achse gerichteten Planflächen auftreten, wie das bei den sogenannten Planplattenmikrometern in Mittelstellung der Fall ist. Somit 25 werden störende Interferenzen infolge auf der Achse rückgespiegelten Lichtes vermieden.

Die Lösung gemäß Anspruch 2 sieht zwei gegeneinander verschiebbare Keile 30 vor, die gemeinsam um die optische Achse gedreht werden können. Bei dieser Lösung sind immerhin zwei von vier Flächen permanent gegen die optische Achse geneigt.

Beiden Lösungen gemeinsam ist der Vorteil des konstanten Winkels der 35 Glas/Luft-Grenzflächen gegen die optische Achse. Dadurch wird verhindert, daß der Justiervorgang eine Änderung der transmittierten Licht-

intensität verursacht. In beiden Fällen ist auch die Fassung und Führung der Einzelemente (Platten bzw. Keile) sehr einfach durch ineinandergesteckte Ringe (Tubusführung) zu bewerkstelligen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben und werden nachstehend anhand der Figuren 1-5 der beigefügten Zeichnungen näher erläutert:

- Fig. 1 zeigt die Prinzipskizze eines Auflichtfluoreszenzmikroskops mit Laseranregung;  
10
- Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform für das Justierelement (20) aus Fig. 1;
- Fig. 3 ist die Schnittzeichnung der Fassung für das Justierelement (20) aus Fig. 1;  
15
- Fig. 4 zeigt die Fassung aus Fig. 3 in Aufsicht;
- Fig. 5 ist eine Schnittzeichnung der Fassung für das Justierelement aus Fig. 2.  
20

Das in Fig. 1 gezeigte Beleuchtungssystem eines Auflichtfluoreszenzmikroskops enthält in herkömmlicher Anordnung eine Lichtquelle 1, die von einem Kollektor 2 in die Ebene der Aperturblende 3 abgebildet wird. 25 Darauf folgen ein Umlenkspiegel 4, eine Linse 5 zur Ausleuchtung der Leuchtfeldblende 6 und eine weitere Linse 7 zur Abbildung der Aperturblende 3 in die hintere Brennebene des Objektivs 9 nach Einspiegelung durch den halbdurchlässigen Spiegel 8.

30 Der Beobachtungsstrahlengang umfaßt neben dem Objektiv 9 zur Abbildung der Objekzebene 10 einen schaltbaren Spiegel 11, der den Strahlengang entweder in den Binokulartubus ablenkt, wo mit Hilfe der Tubuslinse 15 das dem Betrachter dargebotenen Zwischenbild 16 entsteht, oder in einer zweiten Schaltstellung ungehindert passieren läßt. Dann erzeugt die 35 Tubuslinse 12 das Zwischenbild in der Ebene der Photometerblende 13, die vor einem Photomultiplier 14 angeordnet ist.

Zur Fluoreszenzanregung wird ein Helium-Cadmium-Laser 18 verwendet, dessen Strahl über einen zur Winkeljustierung kippbaren Spiegel 19 geführt wird und danach ein aus zwei drehbaren Planplatten 21,22 bestehendes Justierelement 20 zur Korrektur von Versatz passiert. Dahinter ist eine Aufweitungsoptik 23, 24 angeordnet. Darauf folgt eine definiert in drei Raumrichtungen verschiebbare Linse 25, die den Laserstrahl nach Einspiegelung über den Teilerspiegel 17 in der Ebene der Leuchtfeldblende 6 fokussiert und aufgrund ihrer Verschiebbarkeit die Lage des Laserfokus im Objekt lateral und in der Tiefe bestimmt. Gleichzeitig wird die Divergenz der Laserstrahlung mit der Linse 25 an die Beleuchtungsoptik des Mikroskops angepaßt. Die Brennweite der Linse 25 ist so gewählt, daß die Pupille des Objektivs 9 voll ausgeleuchtet wird, um eine beugungsbegrenzte Fokussierung zu erreichen.

Die Linse 25 kann aus dem Strahlengang ausgeschwenkt werden; der dann in die Brennebene des Objektivs fokussierte Laserstrahl leuchtet das Objektfeld flächig aus.

Im Beobachtungsstrahlengang ist ein auf die Wellenlänge des Lasers 18 abgestimmtes Sperrfilter 26 angeordnet sowie ein Augenschutzfilter 27, das elektrisch gesteuert in den Strahlengang einschwenkt sobald sich der Spiegel 11 in die gezeichnete Stellung bewegt und der Laser 18 im Betrieb ist. Damit werden Schädigungen des Beobachters durch den auf die Netzhaut abgebildeten, intensiven Laserfokus vermieden.

25

Wenn der Strahl, der den Laser 18 verläßt, während des Betriebs eine Drift in Form von Parallelversatz erfährt, wird dieser Versatz um das Verhältnis der Brennweiten der Linsen 24 und 23 vergrößert und führt zu einer unsymmetrischen Ausleuchtung der Pupille des Objektivs 9. Die Folge ist eine vom Beobachter deutlich wahrnehmbare Auffächerung des Laserfokus in der Objektebene.

Durch Drehung der Rändel 31 und 32 an dem in Fig. 3 und 4 detailliert dargestellten Justierelement 20 wird dieser störende Versatz beseitigt. Jede der beiden in den Tuben 35,36 geneigt angeordneten Platten 21 und 22 bewirkt einen konstanten Strahlversatz, der seiner Richtung nach aufgrund der drehbaren Lagerung in dem von den Schwalbenaufnahmen 33 und 34

abgeschlossenen, rohrförmigen Gehäuse 37 variabel ist. Nach den Gesetzen der Vektoraddition läßt sich daher der Laserstrahl in einem kreisförmigen Bereich justieren, dessen Radius dem doppelten Versatz an einer Planplatte entspricht.

5

In Fig. 2 sind als alternatives Justierelement anstelle der Planplatten 21 und 22 zwei Keilprismen 28 und 29 gezeigt. Durch Verändern ihres Abstandes läßt sich Parallelversatz dem Betrage nach und durch gemeinsames Drehen beider Prismen der Richtung nach kompensieren. Dazu sind 10 die Keile 28 und 29 zu einer Baueinheit 40 zusammengefaßt, die in der Fig. 5 detaillierter dargestellt ist:

Ebenso wie das Justierelement 20 aus Fig. 3 und 4 enthält die Baueinheit 40 zwei Schwalbenaufnahmen 43 und 44 an den beiden Enden eines ringförmigen Gehäuses 38, in dem der Träger 45 für den Keil 28 drehbar, jedoch gegen achsiale Bewegungen gesichert ist, und der Träger 46 für den Keil 29 drehbar und verschiebbar geführt ist. Ein Rändel 41 auf dem Träger 46 ist mit zwei Fingern einer Hand durch zwei einander gegenüberliegende Ausbrüche im Gehäusering 38 hindurch sowohl achsial zu verschieben als 20 auch zu verdrehen. Beim Verdrehen des Rändels 41 wird aufgrund des Eingriffs der Arme 47 des Trägers 46 in die Nuten 39 des Trägers 45 letzterer mitgenommen, wodurch beide Prismen 28 und 29 gemeinsam bewegt werden.

25

30

35



Patentansprüche:

1. Optisches Justierelement, bestehend aus zwei gegen die optische Achse geneigten, transparenten, planparallelen Platten, dadurch gekennzeichnet, daß beide Platten (21,22) unter konstantem Kippwinkel um die optische Achse drehbar gelagert sind.
2. Optisches Justierelement, bestehend aus zwei um die optische Achse drehbar gelagerten, transparenten Keilen, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Keile (28,29) gegeneinander unverdrehbar aber längs der optischen Achse gegeneinander verschiebbar gelagert sind.
3. Optisches Justierelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächen der Platten (21,22) bzw. Keile (28,29) eine Entspiegelungsschicht tragen.
4. Optisches Justierelement nach Anspruch 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fassungen (35,36;45,46) der Platten (21,22) bzw. Keile (28,29) in einem zur optischen Achse konzentrischen Tubus (37;38) drehbar bzw. verschiebbar geführt sind.
5. Optisches Justierelement nach Anspruch 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (21,22) bzw. Keile (28,29) zu einer separaten, als Zwischenstück ausgebildeten Baugruppe (20;40) zusammengefaßt sind.
6. Optisches Justierelement nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch seine Verwendung zur zentriergenauen Einkopplung eines monochromatischen, parallelen Strahlenbündels in ein Lichtmikroskop, wobei hinter dem Justierelement (20) eine Aufweitungsoptik (23,24) sowie eine verschiebbare Zwischenlinse (25) angeordnet ist, die das Strahlbündel in einer zur Objektebene (10) konjugierten Bildebene (6) fokussiert.
7. Optisches Justierelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenlinse (25) ausschwenkbar befestigt ist.

8. Optisches Justierelement nach Anspruch 6-7, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Aufweitungsoptik (23,24) zusätzlich ein Kippspiegel (19) zur Winkeljustierung des Laserstrahls vorgesehen ist.

5

10

15

20

25

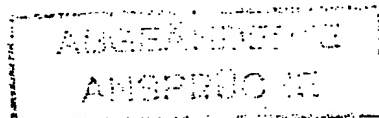
30

35

15. JUL 1983 0092090

A.Z.: 83103259.4

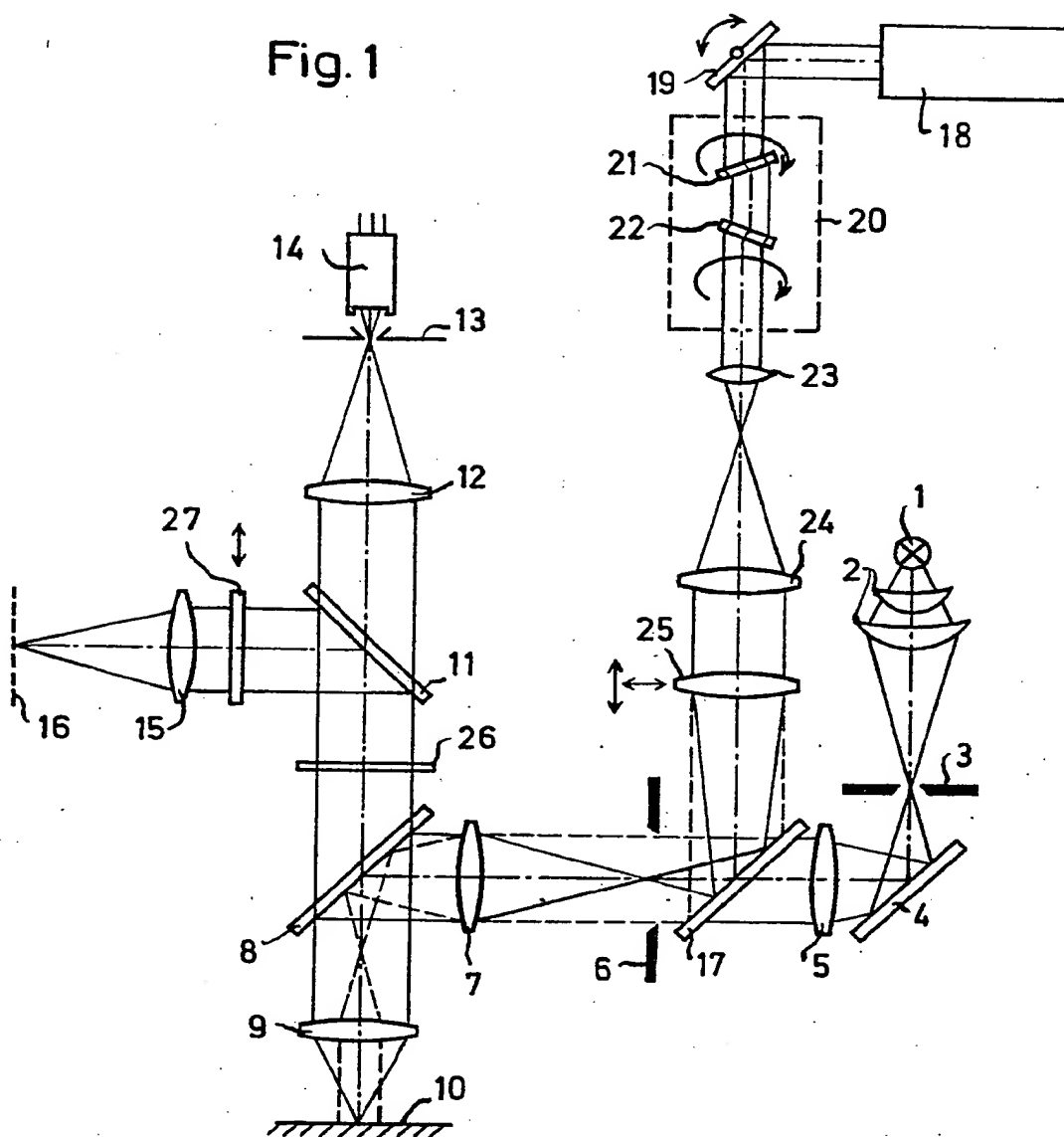
U.A.: 1 P 951 EP



Patentansprüche:

1. Optisches Justierelement, bestehend aus zwei gegen die optische Achse geneigten, transparenten, planparallelen Platten, dadurch gekennzeichnet, daß beide Platten (21,22) unter konstantem Kippwinkel gegen die optische Achse geneigt sind und jede Platte für sich um die optische Achse drehbar gelagert ist.
2. Optisches Justierelement, bestehend aus zwei um die optische Achse drehbar gelagerten, transparenten Keilen, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Keile (28,29) längs der optischen Achse gegeneinander verschiebbar und gemeinsam um die optische Achse drehbar aber gegeneinander unverdrehbar gelagert sind.

Fig. 1



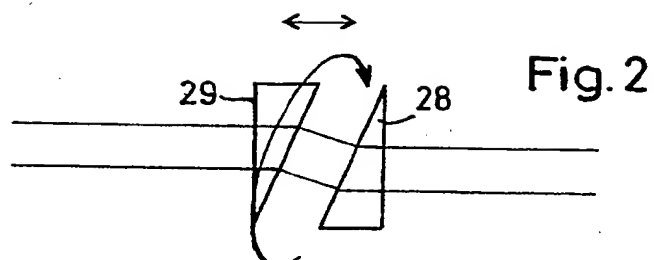


Fig. 2

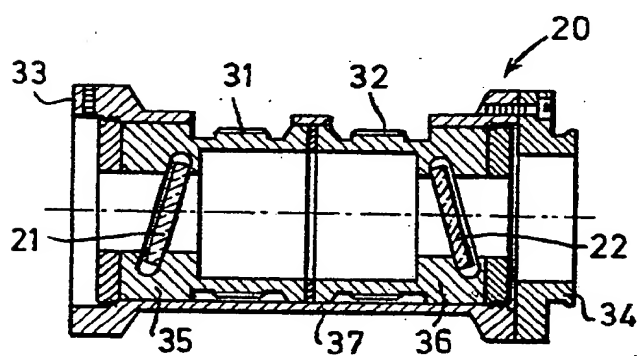


Fig. 3

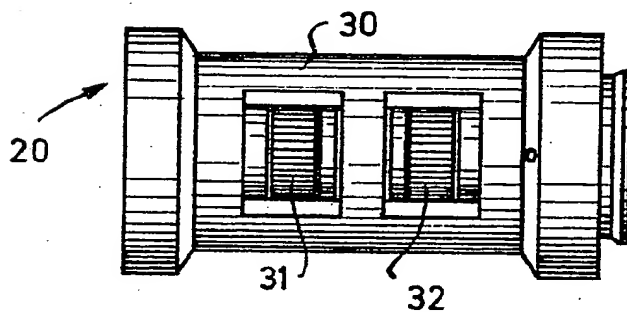


Fig. 4

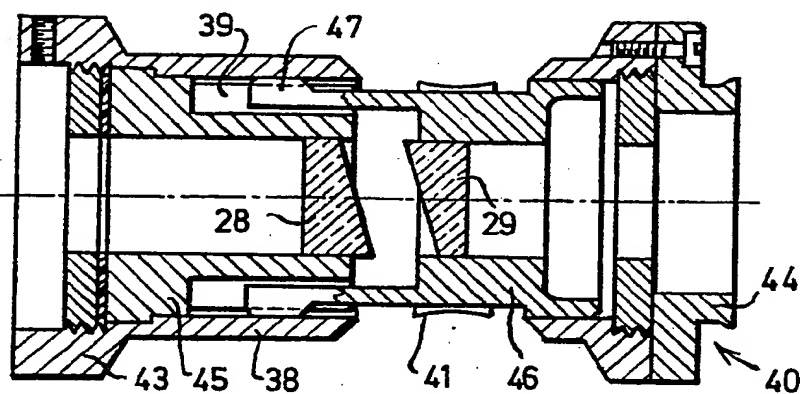


Fig. 5



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0092090  
Nummer der Anmeldung

EP 83 10 3259

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile           | Betrifft Anspruch                         | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. <sup>3</sup> ) |
| X   | DE-C-1 127 113 (AEROJET-GENERAL CORP.)<br>* Ansprüche 1, 2; Figur 1 *                         | 1, 4, 5                                   | G 02 B 7/00<br>G 02 B 7/18<br>G 02 B 21/06            |
| X   | DE-C-1 116 911 (C. ZEISS)<br>* Anspruch 1 *   | 2   |   |
| A   | DE-B-2 505 774 (E. REMY)<br>* Spalte 6; Figur *   | 6, 8                                      |   |
| D, A  | DE-C- 720 904 (OPTIKOTECHNA)<br>* Seite 1, Zeilen 39-48 *                                     |   |   |
| D, A  | DE-B-1 094 485 (CONTINENTAL ELEKTROINDUSTRIE AG ASKANIA-WERKE)<br>* Spalte 2, Zeilen 36-40 *  |   |   |
| A   | Patent Abstracts of Japan vol. 1, no. 145, 25. November 1977<br>Seite 7385E77 & JP-A-52-84748 |   | G 02 B 7/00<br>G 02 B 7/18<br>G 02 B 21/06            |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.  |   |   |   |
| Recherchenort<br>BERLIN   |   | Abschlußdatum der Recherche<br>09-06-1983 | Prüfer<br>FUCHS R                                     |
| <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br/>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br/>A : technologischer Hintergrund<br/>O : nichtschriftliche Offenbarung<br/>P : Zwischenliteratur<br/>T : die Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am der nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br/>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> |   |   |   |